Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 251- 261

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۲۶۱-۲۵۱

تشخیص تازگی گوشت گوساله به کمک پردازش تصویر و سطح پاسخ

حسین جوادی‌کیا[1]*- مهدی قاسمی ورنامخواستی[2]- سجاد سبزی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۵

چکیده

گوشت و محصولات مرتبط با آن ارزش تجاریی بالایی داشته و یکی از مهمترین اقلام سبد غذایی خانوار را تشکیل می‌دهد. با توجه به عرضه گوشت در قصابی‌ها و نیز استفاده از آن در کارخانه‌های فرآوری نیاز به اطمینان از تازگی آن احساس می‌شود چه بسا گوشت با گذشت از زمان ذبح آن نه تنها از کیفیت آن کاسته می‌شود بلکه ممکن است به سبب فساد موجب بیماری نیز شود لذا هدف از این تحقیق تشخیص تازگی گوشت گوساله با تخمین مدت زمان گذشته از ذبح می‌باشد. برای این منظور از سه قسمت ران، سر دست و گردن گوساله ذبح شده نمونه‌هایی تهیه شد و نمونه‌ها در دو محیط استاندارد و رایج یکی در یخچال با دمای ۳ درجه سانتی‌گراد و دیگری در محیط خنک با دمای میانگین ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد سپس از نمونه‌ها در زمان‌های مشخص (هر ۲ ساعت) تصویربرداری شد و از تصاویر تهیه شده توسط پردازش تصویر و به کمک نرم‌افزار MATLAB پارامترهایی استخراج گردید. از بین پارامترهای استخراج شده توسط آنالیز حساسیت سه پارامتر به‌عنوان عامل تأثیرگذار در مدت زمان گذشته از ذبح انتخاب گردید که عبارتند از: خصوصیت بافت، میزان کنتراست و زبری سطح گوشت. در نهایت به کمک روش سطح پاسخ و توسط نرم‌افزار Design Expert مدل‌های مناسبی تدوین و بهینه گردید.

واژه‌های کلیدی: گوشت گوساله، پردازش تصویر، سطح پاسخ، تازگی گوشت، زمان ذبح

مقدمه

امروزه با توسعه سامانه‌های تصویربرداری و الگوریتم‌های پردازش تصویر، شاخه جدیدی از کنترل کیفیت صنایع کشاورزی و غذایی بوجود آمده است. گوشت ومحصولات مرتبط با آن ارزش تجاریی بالایی داشته و یکی از مهمترین اقلام سبد غذایی خانوار را تشکیل می‌دهد (Jackman *et al*., 2011). رنگ ظاهری گوشت اولین و یکی از مهمترین پارامترهای درجه‌بندی، تعیین کیفیت و بازارپسندی آن است (Ramirez and Cava, 2007; Shiranita *et al*., 2000). رابطه مستقیمی بین رنگ و وضعیت ظاهری گوشت با مدت زمان ماندگاری آن وجود دارد. بطوری که هرچه از زمان ارائه گوشت به بازار بگذرد به دلیل فعل و انفعالات شیمیایی، رنگ آن تیره‌تر شده و حالت چروکیدگی به‌خود می‌گیرد. لذا تعیین مدت زمان نگهداری آن از لحاظ کیفیت و بازارپسندی حائز اهمیت است (Jackman *et al*., 2011; Tan, 2004).

پردازش تصویر توسط کامپیوتر به‌عنوان یک پیشنهاد مفید برای درجه‌بندی گوشت در چند سال اخیر مطرح شده است. مطالعات گوناگونی در این زمینه صورت گرفته است و نتایج بدست آمده در چندین کاربرد نشان می‌دهد که پردازش تصویر رنگ روش مهمی برای ارزیابی کیفیت گوشت می‌باشد (Girolami *et al*., 2013; Mancini and Hunt, 2005; Lu *et al*., 2000-b).

تکنولوژی پردازش تصویر در کامپیوتر بسیاری از چالش‌های مطرح در ارزیابی کیفیت گوشت را به راحتی و سادگی برطرف نموده است. ساده‌ترین روش‌ها مربوط به تصویربرداری نور مرئی و مدل‌سازی آماری نمونه‌های آزمایش می‌باشد که در روش‌های پیشرفته از طول‌موج‌های نامرئی استفاده می‌شود (Wu and Sun, 2013).

پردازش تصویر دارای توانایی ثابت شده برای ارزیابی صفات مقبولیت اولیه یعنی رنگ می‌باشد، (Adelkhani *et al*., 2013

۱-استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی
۲- استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد،گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه رازی

(* - نویسنده مسئول: Email: pjavadikia@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.50161

بدیهی است که استفاده از این تکنولوژی می‌تواند بطور زیادی کنترل کیفیت گوشت را در صنعت افزایش دهد. طیف بینی مادون‌قرمز کاربرد زیادی دارد از پیش‌بینی چقرمگی[1] گرفته تا تشخیص و شناسایی گوشت یخزده. با این حال کارهای مورد نیاز زیادی هنوز در صنعت باقی است (Monin, 1998). البته برای درجه‌بندی محصولات کارهای زیادی باقی‌مانده است. تعدادی از این موضوعات باید تحقیقات بیشتری انجام شود، بررسی قطعه‌بندی تصاویر(یکی از روش‌های پیشرفته پردازش تصویر) گوشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این امر مستلزم تحقیقات پایه‌ای بر روی قطعه‌بندی تصاویر و طبقه‌بندی آنها می‌باشد. لزوما برای این کار باید شاخص‌های کیفی جدید شناسایی گردد. بخصوص عکس‌برداری با طول‌موج‌های مختلف (Chmiel *et al*., 2011-a; Valous *et al*., 2009).

Shiranita و همکاران (۲۰۰۰) به درجه‌بندی کیفیت گوشت بوسیله پردازش تصویر پرداختند، آنها یک سیستم درجه‌بندی گوشت با استفاده از خصوصیات ظاهری گوشت و به کمک پردازش تصویر و مدل‌های شبکه عصبی و رگرسیونی طراحی کردند. هدف، دادن یک روش اجرایی به‌منظور تعیین کیفیت گوشت، بوسیله تصویر ظاهری گوشت بود. آن‌ها از ۵ خصوصیت ظاهری برای درجه‌بندی گوشت استفاده کردند. برای ارزیابی این ۵ خصوصیت، از روش صفر و یک کردن تصویر با استفاده از سه‌لایه شبکه عصبی رشد یافته استفاده کردند نتایج آزمایشگاهی نشان داد که سیستم موثر بوده و مدل‌های پیشنهادی با ضریب تعیین ۰/۹۶ کیفیت گوشت را تخمین زدند.

Zheng و همکاران (۲۰۰۶) آزمایشی را برای تعیین چگونگی ارتباط رنگ با محتوای رطوبتی گوشت کاملا پخته شده‌ی مفصل گاو توسط عکس‌برداری در کامپیوتر انجام دادند. خصوصیات رنگ شامل میانگین و انحراف استاندارد مقادیر شاخص‌های رنگی در دو فضای رنگی RGB و HSI استخراج شدند. محتوای رطوبتی نمونه‌ها بوسیله آنالیزهای شیمیایی تعیین شدند. دو مدل PLSR[2] شبکه عصبی NN[3] برای ارتباط رنگ با محتوای رطوبتی مفصل‌های گاو پیشنهاد شدند. ضرایب همبستگی(R^2) برای مدل PLSR ۰/۵۶ و برای شبکه عصبی NN ۰/۷۵ بود (Zheng *et al*., 2006). بررسی مدل‌های حاصل نشان دادکه در میان خصوصیات ۱۲ رنگ آنالیز شده، فضای رنگی اشباع (فضای رنگی Saturation از محیط HSI) بیشترین سهم برای نتایج پیش‌بینی شده را داشت. با این حال اشباع به تنهایی برای تعیین ارتباط بین رنگ گوشت و محتوای رطوبتی کافی نبود. مشخصه‌های رنگ بوسیله تصویر بدست آمد، در حالی که محتوای رطوبتی از طریق آنالیز شیمیایی بدست آمد. دو مدل PLSR وNN برای ارتباط بین رنگ و محتوای رطوبتی گوشت پیشنهاد شد (Zheng *et al*., 2006).

در مطالعه دیگری که توسط Chmiel و همکارانش (۲۰۱۱) صورت گرفت روشنایی رنگ به‌عنوان یک عامل برای ارزیابی کیفیت گوشت خوک بوسیله آنالیز تصاویر کامپیوتر مورد آزمایش قرار گرفت. بر این اساس هدف از این مطالعه بررسی تصاویر کامپیوتری برای تشخیص خرابی در گوشت خوک بود. براساس اندازه‌گیری pH ، رسانایی الکتریکی، روشنایی رنگ ۱۶ تکه گوشت خراب شده به‌عنوان گوشت نامناسب طبقه‌بندی شدند. ۱۶ تکه دیگر خصوصیات یک گوشت نرمال را نشان داد. تکه‌های گوشت آزمایش شد و توسط پردازش تصویر کامپیوتری تجزیه و تحلیل شد. مقاله اطلاعات را در سه فضای رنگی معرفی کرد:.RGB, HSV/HSB and HSL نتایج بدست آمده احتمال استفاده از مقادیر V/B(مدلHSV/HSB) L (مدل HSL)و مقدارهای R, G, B با مدل RGB برای تعیین خرابی در گوشت خوک را اثبات کرد.

با توجه به اهمیت تشخیص تازگی گوشت گوساله هم به دلیل حفظ کیفیت آن و هم به دلیل فساد گوشت و بیماری‌های احتمالی ناشی از مصرف گوشت فاسد، در این تحقیق سعی شده است که به کمک پردازش تصویر و سطح پاسخ دستگاهی جهت تشخیص مدت زمان گذشته از ذبح و به‌عبارتی تازگی گوشت گوساله طراحی گردد. بدین منظور دو محیط متداول و استاندارد نگهداری گوشت تازه یعنی یخچال با دمای متوسط ۳ درجه سانتی‌گراد و محیط خنک با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد و با قرار دادن گوشت گوساله در این دو محیط، تغییرات حاصله بر روی گوشت با گذر زمان، تصویربرداری شد و سپس به کمک پردازش تصویر و سطح پاسخ مدل‌های مناسبی تدوین و بهینه گردید.

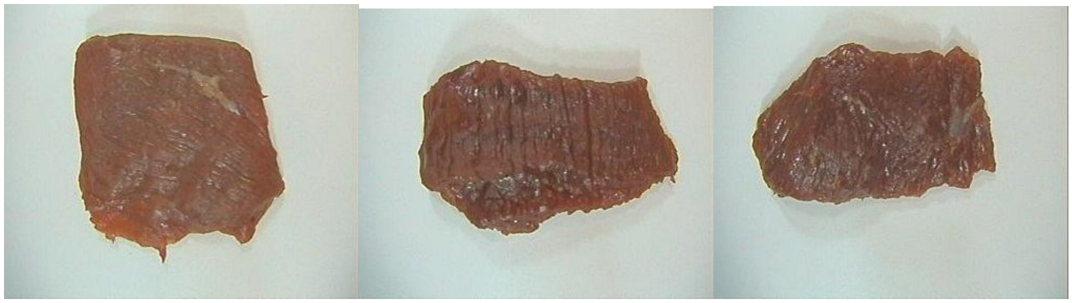
مواد و روش‌ها

ابتدا مقداری گوشت از سه قسمت دست، پا و گردن گوساله از کشتارگاه کرمانشاه تهیه گردید و زمان ذبح آن نیز به‌عنوان زمان مبدأ ثبت گردید. حداکثر زمان نگهداری گوشت در محیط ۳ روز و حداکثر زمان نگهداری گوشت در یخچال ۷ روز بود. از هر قسمت شش نمونه ودر کل ۱۸ نمونه مناسب با ضخامت یک سانتی‌متر تهیه گردید که در شکل ۱ سه نمونه از آن نشان داده شده است.

نمونه‌ها بطور تصادفی جهت قرار گرفتن در دو شرایط استاندارد (ISIRI 692) و رایج یعنی یخچال و محیط انتخاب شدند بطوری که از هر قسمت بدن گوساله سه نمونه در شرایط محیطی و سه نمونه دیگر در شرایط یخچال قرار داده شد. نمونه‌های قرار داده شده در شرایط محیطی با فواصل زمانی دو ساعت و نمونه‌های قرار داده شده در یخچال با فواصل زمانی ۳ ساعت تصویربرداری شد. تصویربرداری

1Toughness
2 Partial Least Square Regression
3Neural Network

توسط یک دوربین صنعتی متعلق به شرکت Bosch آلمان انجام شد. فاصله دوربین از تصاویر ۱۰ سانتی‌متر بود و از LEDهای سفید رنگ جهت نورپردازی استفاده شد بطوری که شدت نور تابیده شده حدود lx ۶۵ بود. در لحظه تصویربرداری زمان دقیق و دمای محیط و یخچال ثبت گردید.



شکل ۱- نمونه‌های گوشت گوساله از سمت راست قسمتی از پا، دست و گردن

با توجه به تغییرات ناچیز دما در هر دو محیط اثر دما بررسی نشد و صرفاً میانگین آن محاسبه گردید که مطابق استاندارد برای شرایط محیطی ۸ درجه سانتی‌گراد و یخچال ۳ درجه سانتی‌گراد بود (ISIRI 692). تصویرهای ذخیره شده در محیط MATLAB (R2013a(8.1.0.604 مورد پردازش قرار گرفت و بیش از ۵۰ پارامتر مختلف از هر تصویر در محیطهای رنگی مختلف داده برداری شد. پارامترهای استخراج شده در هر محیط رنگی عبارتند از: بیشینه، کمینه، میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، آنتروپی، میانه، چولگی[1]، کشیدگی[2]، نما، کوواریانس، و ویژگی‌های تباین[3]، همبستگی[4]، انرژی[5] و یکنواختی[6] که از ماتریس هم وقوعی سطح خاکستری[7] بدست می‌آید. در نهایت به کمک آنالیز حساسیت که میزان اثر تغییرات مدت زمان گذشته از ذبح را نسبت یه تغییرات هر پارامتر محاسبه می‌کند، سه پارامتر بافت[8]، کنتراست[9] و زبری[10] لایه سطحی به‌عنوان مؤثرترین پارامترها انتخاب شدند. سپس به کمک روش سطح پاسخ در نرم‌افزار Design Expert 7.0.0 مدل‌هایی جهت تخمین مدت زمان گذشته از ذبح حاصل شد.

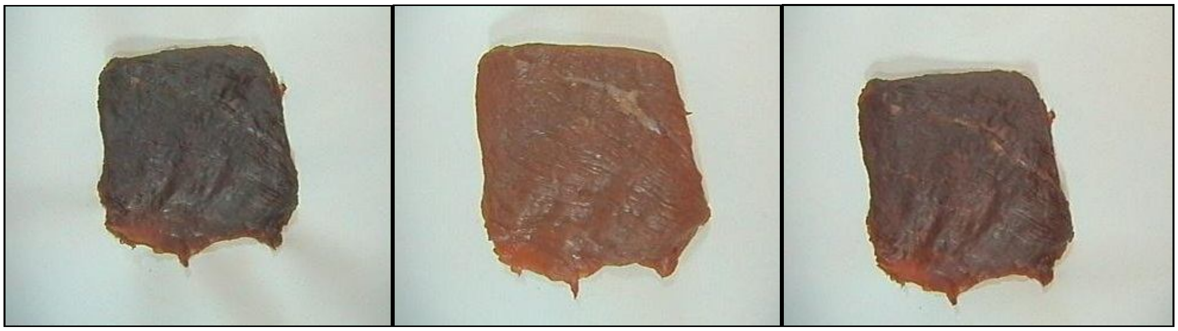
پردازش تصویر

تصاویر ثبت شده از نمونه‌ها در زمان‌های مختلف بیش از ۶۰۰ تصویر بود. شکل ۲ روند تغییر وضعیت یکی از نمونه‌ها را در سه زمان مختلف نشان می‌دهد. در این مرحله ابتدا نمونه‌ها مورد ارزیابی اولیه قرار گرفتند. هدف از این ارزیابی تشخیص روش جداسازی مناسب گوشت از زمینه بود. بهترین روش برای جداسازی گوشت از زمینه در این تصاویر همانگونه که در شکل ۳-b نشان داده شده است استفاده از محیط رنگی RGB و فضای B با حدآستانه ۱۵۰ بود و به عبارتی مختصات دقیق پیکسل‌های گوشت بدست آمد که در شکل ۳-c نشان داده شده است سپس زمینه تصویر جدا شده (شکل ۳-d) و به کمک لبه‌یابی که از نوع کنی[11] با ضریب ۰/۷ بود لبه‌های گوشت دقیق مشخص شده (شکل ۳-e) و در نهایت تصویر گوشت از تصویر زمینه جدا شد. که در شکل ۳-f نشان داده شده است. سپس پارامترهای مختلفی از تصویر گوشت استخراج گردید که تعداد آنها بیش از ۵۰ پارامتر بود از آن جمله مانند: میانگین، مینیمم، ماکزیمم، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و غیره مقادیر R، G، B، کنتراست، زبری، بافت، و در محیطهای رنگی دیگر مانند HSI، YCrCgCb، CMY، CMYK و NTSC.

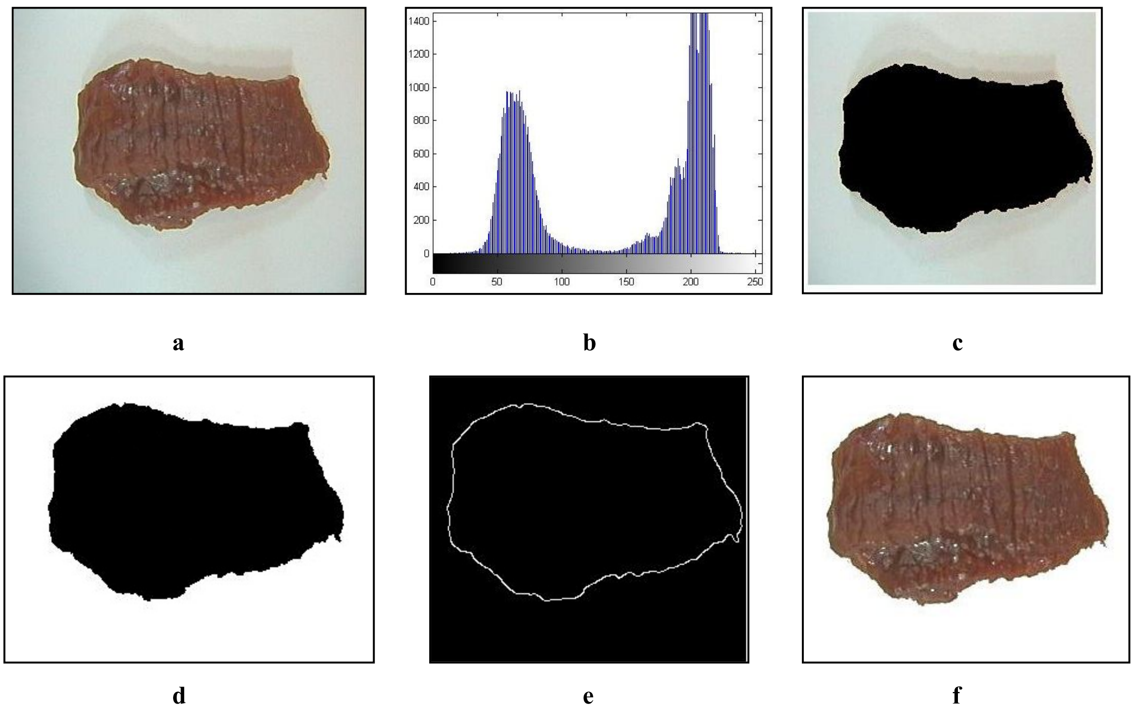
سپس به کمک آنالیز حساسیت که نسبت تغییرات مدت زمان گذشته از ذبح را بر تغییرات هر پارامتر محاسبه می‌کند سه پارامتر کنتراست، زبری، بافت بیشتر تأثیر را بر روی مدت زمان گذشته از لحظه ذبح داشتند و به‌عنوان ورودی‌های مناسب مدل انتخاب شدند.

1 Skewness
2 Kurtosis
3 Contrast
4 Correlation
5 Energy
6 Homogenity
7 Glcm (gray Level Co-occurrence Matrix)
8 Texture
9 Contrast
10 Roughness

11 Canny



شکل ۲- روند تغییر وضعیت نمونه گوشت در محیط از سمت راست در روز اول، یک روز و سه روز بعد از ذبح



شکل ۳- مراحل کلی پردازش تصویر: a- تصویر اولیه گوشت b- هیستوگرام مقادیر آبی پیکسل‌های رنگی c- شناسایی پیکسل های مربوط به گوشت d- جداکردن زمینه تصویر e- یافتن لبه های نمونه f- جداکردن دقیق گوشت از زمینه

مدل‌سازی به کمک سطح پاسخ

در این روش سه پارامتر انتخاب شده به‌عنوان ورودی و مدت زمان گذشته از ذبح بر حسب دقیقه به‌عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شد. به دلیل اختلاف زیاد مقادیر پارامترهای مختلف از یکدیگر کلیه داده‌ها بین صفر و یک تبدیل شدند (نورمالایز[1]). بطورکلی با توجه به سه اندام مختلف از گوشت گوساله و دو محیط مختلف جهت نگهداری، شش مدل در نرم‌افزار Design Expert 7.0.0 با استفاده از تکنیک سطح پاسخ طراحی و بهینه‌سازی شد. در مرحله بعدی داده‌های مربوط به نمونه‌ها در محیط با هم و داده‌های مربوط به نمونه‌ها در یخچال نیز با هم مدل شدند.

[1] Normalize

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مدل‌های سطح پاسخ در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج مربوط به کلیه داده‌های محیط و یخچال در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۳ هم ضرایب همبستگی مدل‌ها را برای حالت پیش‌بینی نشان می‌دهد و به عبارت دیگر اعتبارسنجی مدل را نمایش می‌دهد. از نتایج جداول می‌توان گفت که مدل‌های بدست آمده خوب و قابل قبول می‌باشند. به استناد نتایج مدل‌ها در جدول ۲ می‌توان گفت که می‌شود در تشخیص مدت زمان گذشته از ذبح به‌جای شش حالت از دو حالت استفاده کرد به‌عبارت دیگر جهت تشخیص مدت زمان گذشته از ذبح از هر قسمت گوشت گوساله یک مدل مربوط به نگهداری آن در محیط و یک مدل مربوط به نگهداری آن در یخچال می‌باشد. ضمناً در بررسی انجام شده مدل تجمیع دو حالت یخچال و محیط مدل مناسبی نبود.

نمودارهای مربوط به مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده برای مدل‌های مربوط به یخچال و محیط در شکل ۴ و نمودارهای مربوط به مقادیر پیش‌بینی شده و باقیمانده استاندارد شده در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که از شکل ۵ نشان می‌دهد نحوه پراکنش نقاط نشان از عملکرد خوب و صحیح مدل دارد. مدل‌های حاصل از مدل بسیاری از محققان نتیجه بهتری را نشان می‌دهد (Zheng *et al*., 2006; Shiranita *et al*., 2000).

شکل ۶ نشان‌دهنده تنظیم صحیح مقدار لاندا جهت یافتن بهترین مدل می‌باشد. به‌عبارت دیگر در نمودار باکس کوکس بهترین توان جهت انتقال داده‌های خروجی به فضای پیشنهادی ارائه می‌گردد که در آن فضا رابطه مناسب‌تری بین داده‌های ورودی و خروجی تبدیل یافته می‌تواند ایجاد شود که در اینجا بهترین مقادیر پیشنهادی لاندا به مدل اعمال شده است. در نتیجه با مدل‌های حاصل به‌راحتی می‌توان دستگاهی ساخت که مدت زمان گذشته از ذبح گوشت گوساله را تخمین بزند.

با مدل‌های حاصل برای شرایط محیط و یخچال دستگاه قابل حملی مطابق شکل ۷ پیشنهاد می‌شود که قابلیت نورپردازی صحیح را داشته و با گرفتن عکس گوشت مورد نظر به کمک دوربین نصب شده بر روی آن و نیز به کمک مدل‌های چندجمله‌ای حاصل شده بتواند مدت زمان گذشته از ذبح را تشخیص دهد.

جدول ۱- شاخص‌های برازش مدل‌های سطح پاسخ برای هر محیط و قسمت جداگانه

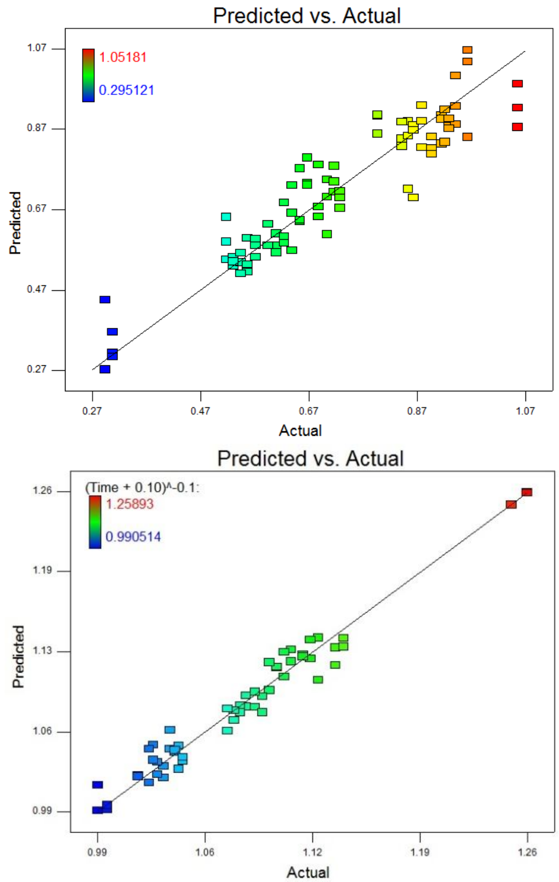
عنوان مدل	MSE	SSE	r	P-Value
محیطی-پا	0.28	1.70	0.9753	< 0.0001
محیطی-دست	0.19	1.74	0.9886	< 0.0001
محیطی-گردن	0.27	1.64	0.9565	< 0.0001
یخچال-پا	0.19	1.68	0.9547	< 0.0001
یخچال -دست	0.29	1.73	0.9677	< 0.0001
یخچال -گردن	0.20	1.78	0.9824	< 0.0001

جدول ۲- نتایج مدل‌های تجمیعی محیط و یخچال به روش سطح پاسخ

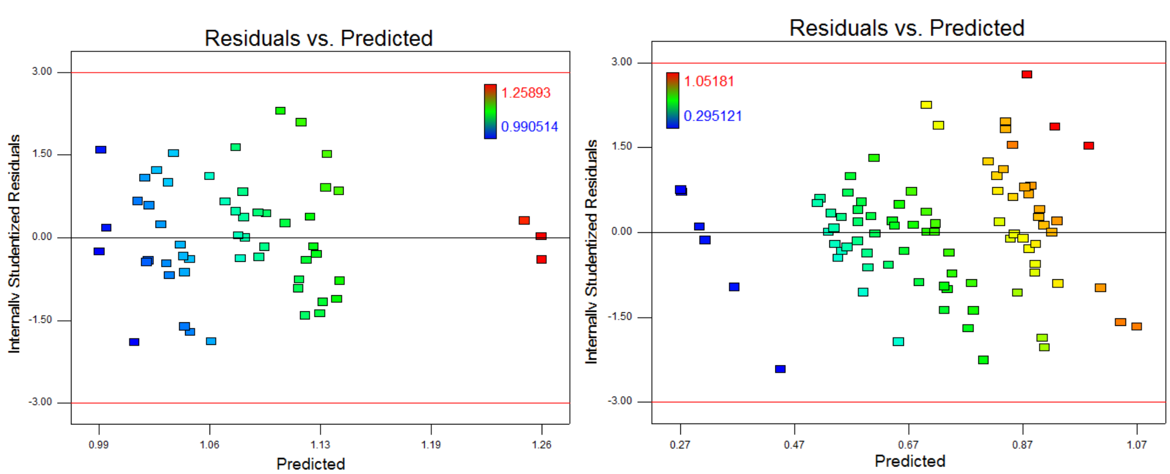
عنوان مدل	MSE	SSE	r	P-Value
محیطی	0.012	0.22	0.9847	< 0.0001
یخچال	0.14	2.65	0.9378	< 0.0001

جدول ۳- ضرایب همبستگی مدل‌های تجمیعی محیط و یخچال

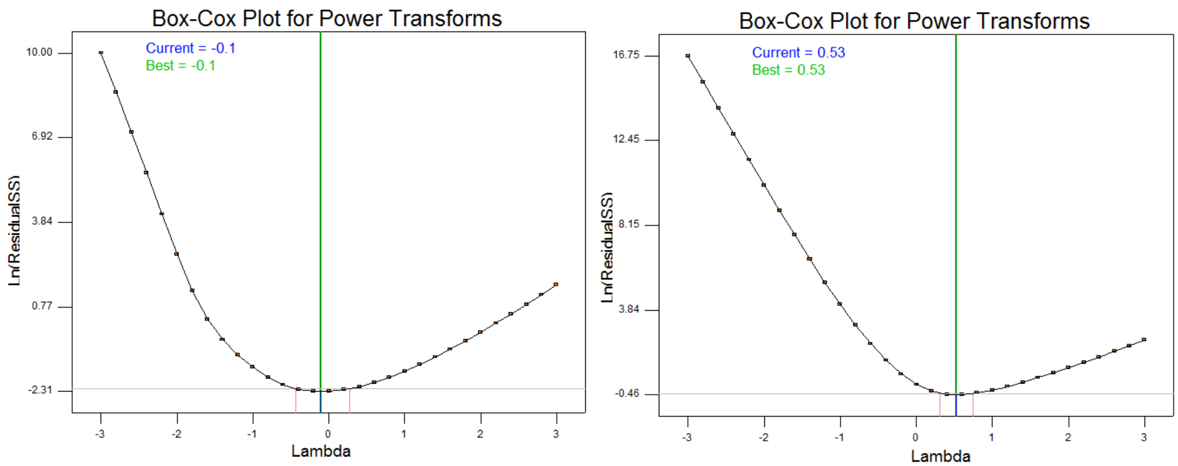
عنوان مدل	Predicted r	Adjust r	r
محیطی	0.8613	0.9766	0.9847
یخچال	0.8651	0.9194	0.9378



شکل ٤- نمودارهای مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده مدل‌های سطح پاسخ (بالا: یخچال، پایین: محیط)



شکل ٥- نمودارهای مقادیر پیش‌بینی شده و باقیمانده استاندارد شده (راست: یخچال، چپ: محیط)



شکل ٦- نمودارهای باکس کوکس دو مدل کلی (راست: یخچال، چپ: محیط)



شکل ۷- شکل شماتیک دستگاه پیشنهادی جهت تشخیص مدت زمان گذشته از ذبح

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با توجه به اهمیت استفاده از گوشت تـازه گوسـاله توسط مردم و نیز کارخانه های فرآوری، الگوریتمی طراحی و تـدوین شد تا بتواند مدت زمان گذشته از ذبح گوساله را تخمین بزنـد. بـرای این منظور از سه قسمت ران، سردست و گردن نمونه هایی تهیه شده و در دو محیط استاندارد یخچال و فضای خنک محیط نگهداری شد و در زمان های مشخص تصاویری تهیه گردید. بعد به کمک پـردازش تصویر پارامترهایی از تصاویر استخراج شـد. سـپس بـه کمـک روش سطح پاسخ مدل های مناسب و قابل قبولی طراحی و بهینـه گردیـد. دستگاه پیشنهادی قابلیت تخمین مدت زمـان گذشـته از ذبـح را بـه کمک تصویر برداری دارد.

منابع

Adelkhani, A., Beheshti, B.,Minaei, S., Javadikia, P. & Ghasemi-Varnamkhasti, M., 2013, Taste characterization of orange using image processing combined with ANFIS. *Measurement*, 46(9), 3573-3580.

Chmiel, M., Słowiński, M. & Dasiewicz, K., 2011-a, Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat Science*, 88, 566-70.

Chmiel, M., Słowiński, M. & Dasiewicz, K., 2011-b, Application of computer vision systems for estimation of fat content in poultry meat. *Food Control*, 22,1424-1427.

Girolami, A., Napolitano, F., Faraone, D. & Braghieri, A., 2013, Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Science*, 93, 111-118.

ISIRI 692, Meat, chicken, egg and fish-storage in cold stores - Code of practice, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1st. revision.

Jackman, P., Sun, D.-W. & Allen, P., 2011, Recent advances in the use of computer vision technology in the quality assessment of fresh meats. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 97-185.

Lu, J., Tan, J., Shatadal, P. & Gerrard, D., 2000, Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Science*, 56, 57-60.

Mancini, R. & Hunt, M., 2005, Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 21-100.

Monin, G., 1998, Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science*, 49, 43-231.

Ramirez, R. & Cava, R., 2007, The crossbreeding of different Duroc lines with the Iberian pig affects colour and oxidative stability of meat during storage. *Meat science*, 77, 47-339.

Shiranita, K., Hayashi, K., Otsubo, A., Miyajima, T. & Takiyama, R., 2000, Grading meat quality by image processing. *Pattern Recognition*, 33, 97-104.

Tan, J., 2004, Meat quality evaluation by computer vision. *Journal of Food Engineering*, 61, 27-35.

Valous, N.A., Mendoza, F., Sun, D.-W. & Allen, P., 2009, Colour calibration of a laboratory computer vision system for quality evaluation of pre-sliced hams. *Meat Science*, 81, 41-132.

Wu, D. & Sun, D.-W., 2013, Colour measurements by computer vision for food quality control – A review. *Trends Food Sci Technol*, 29, 5-20.

Zheng, C., Sun, D.-W. & Zheng, L., 2006, Correlating colour to moisture content of large cooked beef joints by computer vision. *J Food Eng*, 77, 63-858.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 251- 261

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۲۶۱-۲۵۱

Freshness detection of Veal using image processing and Response Surface Method

H. Javadikia [*1] , M. Ghasemi Varnamkhasti[2], S. Sabzi[3]

Received: 2015.06.28
Accepted: 2015.12.16

Introduction: Nowadays, with the development of imaging systems and image processing algorithms, a new branch of agriculture and food industry quality control has emerged. Meat and related products have high commercial value and they are one of the most important items of household food basket (Jackman *et al*., 2011). The apparent color of the meat is one of the most important ranking factors which determines the quality and marketing value (Ramirez and Cava, 2007; Shiranita *et a*l., 2000). There is a relationship between color, appearance etc. and the shelf-life of meat, since the passing time causes the color to be darkened in meat due to chemical reactions and shrinkage occures Therefore, determining the storage time is important in terms of quality and marketing value (Jackman *et al*., 2011; Tan, 2004). In recent years, virtual image on a computer as a helpful suggestion for meat grading has been emerged. Various studies have been conducted in the field and results in a number of applications suggests that the color image processing method for assessing the quality of meat is important (Girolami *et al*., 2013; Mancini and Hunt, 2005; Lu *et al*., 2000). Due to the importance of detection of freshness veal in order to preserving the quality and post ponding the meat spoilage and disease accordingly, designing a device to detect the storage time of slaughter and in other words the freshness of veal using image processing and response surface method was studied. For this purpose, two common environment and standard maintenance of fresh meat: first in the refrigerator with an average temperature of 3°C and second in cool place with a temperature of 8°C were considered and then the effects of storage time on the meat quality was observed using a digital camera Some common models were developed for image processing and the response surface method was applied.

Materials and methods: First, some meat from three sections of veal meat: hands, feet and neck, were prepared from Kermanshah slaughterhouse and the slaughtered time was recorded as an initial time. From each of the six states in total, 18 samples were taken appropriate to the thickness of one centimeter. Samples were randomly selected for inclusion in the standard conditions (ISIRI 692).

Image processing:

More than 600 images were acquired at various storage times and they were then evaluated to find the appropriate separation methods for meat from image background. The best way to separating the meat image from the background in the image was using the RGB color and the B space values with 150 value as the threshold. In other words, the exact coordinates of meat pixels were obtained. Then background isolated by edge detection with Cany filter with coefficient of 0.7. Finally meat image was isolated from background. Then various parameters of meat image were extracted. The number of parameters were more than 50 parameters. Then sensitivity analysis were selected as three parameters: Contrast, Roughness, and Texture that had more influence on time change from the moment of slaughter and were selected as appropriate inputs of models.

Modeling by Response Surface Method:

In this method, selected parameters were used as inputs and the time of slaughter in minutes, was used as output of the model. Because of the more difference of the values of various parameters from each other, all data were normalized. Generally due to the three organs of veal and two different environments to maintain, six models in the Software Design Expert 7.0 were designed and optimized using response surface methods. In the next step, data samples at ambient temperature as well as refrigerated samples were modeled.

Results and discussion: The results of the models by the response surface methods were good and

1, 3- Assistant Professor , Former MSc Student respectively, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Razi University, Kermanshah, Iran
2- Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
(*- Corresponding Author Email: pjavadikia@gmail.com)

acceptable. In the final step the general models were good; these models were about all of data in environment and refrigerator.

Conclusion: In this study, considering the importance of using fresh meat calves by people as well as processing plants, some algorithms were designed and developed to estimate the pasted time of the calf slaughtered. For this purpose Samples were prepared from three parts of slaughtered calves: ham, shoulder and neck. The samples were stored in the environment and common standards place the first in refrigerator with a temperature of 3 ° C and another in cool environment with an average temperature of 8 ° C. Then some images were taken from samples at specified times. Then some parameters were extracted from images produced by the image processing in MATLAB. Then by response surface method was designed and optimized. Suitable models and finaly suggested device has ability to estimate the time of slaughter by taking image.

Keywords: Veal, Image Processing, Response Surface, Freshness Meat, Time of Slaughter